

## Bibliographic Fields

## Document Identity

(19)【発行国】	(19) [Publication Office]
日本国特許庁 (JP)	Japan Patent Office (JP)
(12)【公報種別】	(12) [Kind of Document]
公開特許公報 (A)	Unexamined Patent Publication (A)
(11)【公開番号】	(11) [Publication Number of Unexamined Application]
特開平9-185728	Japan Unexamined Patent Publication Hei 9- 185728
(43)【公開日】	(43) [Publication Date of Unexamined Application]
平成9年(1997)7月15日	1997 (1997) July 15*

## Public Availability

(43)【公開日】	(43) [Publication Date of Unexamined Application]
平成9年(1997)7月15日	1997 (1997) July 15*

## Technical

(54)【発明の名称】	(54) [Title of Invention]
複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法及び装置	METHOD AND DEVICE WHICH MAKE STRUCTURE CHARACTERISTIC STERIC GEOMETRIC INDICATION OF OBJECT OF PLURAL
(51)【国際特許分類第6版】	(51) [International Patent Classification, 6th Edition]
G06T 17/00	G06T17/00
17/10	17/10
【FI】	[FI]
G06F 15/62 350 A	G06F15/62350A
15/60 622 B	15/60622B
【請求項の数】	[Number of Claims]
15	15
【出願形態】	[Form of Application]
OL	OL
【全頁数】	[Number of Pages in Document]
14	14

## Filing

【審査請求】	[Request for Examination]
有	*
(21)【出願番号】	(21) [Application Number]
特願平8-273661	Japan Patent Application Hei 8- 273661
(22)【出願日】	(22) [Application Date]

**JP1997185728A**

**1997-7-15**

平成8年(1996)10月16日

1996 (1996) October 16\*

**Foreign Priority**

(31)【優先権主張番号】

(31) [Priority Application Number]

08/579546

08/579546

(32)【優先日】

(32) [Priority Date]

1995年12月27日

1995 December 27\*

(33)【優先権主張国】

(33) [Priority Country]

米国(US)

United States (U.S. Patent)

**Parties**

**Applicants**

(71)【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】

[Identification Number]

595151497

595151497

【氏名又は名称】

[Name]

ミツビシ・エレクトリック・リサーチ・ラボラトリー  
ズ・インコーポレイテッド

**mitsubishi electric research  
laboratories, inc.,**

【氏名又は名称原語表記】

[Name in Original Language]

MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH L  
ABORATORIES, INC.

Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.,

【住所又は居所】

[Address]

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ケンブリッ  
ジ、ブロードウェイ 201

United States of America , Massachusetts , Cambridge ,  
Broadway 201

【住所又は居所原語表記】

\*address \*\* Local Language Convention \*

201 BROADWAY, CAMBRIDGE, MAS  
SACHUSETTS 02139, U. S. A.

201Broadway ,Cambridge ,Massachusetts 02139,U.S.A.

**Inventors**

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

ジョセフ・マークス

Joseph \*Marx

【住所又は居所】

[Address]

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ベルモン  
ト、ダルトン・ロード 61

United States of America , Massachusetts , bell Monto ,  
Dalton \*load 61

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

サラ・ギブソン

[sara] \*Gibson

【住所又は居所】

[Address]

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、アーリント

United States of America , Massachusetts , [aarinton] , Mystic

ン、ミスティック・ビュー・テラス 15

\*view \*terrace 15

## Agents

(74)【代理人】

(74) {Attorney(s) Representing All Applicants}

【弁理士】

{Patent Attorney}

【氏名又は名称】

{Name}

曾我 道照（外6名）

Soga Michiteru (6 others )

## Abstract

(57)【要約】

(57) {Abstract }

【課題】

{Problems to be Solved by the Invention }

表面又は物体のヴォクセル表示から物体の CSG 表示へ容易に且つ自動的に変換することのできる複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法及び装置を得る。

From {vuokuseru } indication of surface or object to CSG indication of object easily and method and device which make structure characteristic steric geometric indication of object of plural which canconvert to automatic are obtained.

【解決手段】

{Means to Solve the Problems }

CSG 表示の同一の集団を創作し修正する第 1 部分を含む。

Same population of CSG indication is created and 1 st portion which iscorrected is included.

それらの集団はランダムに作られ、各 CSG ツリーは、種類、サイズ及び位置の異なるランダムな数のプリミティブを含む。

Those population are made in random , each CSGtree includes primitive of thequantity of different random of types , size and location .

プリミティブは、ランダムに選択されたブール演算子をノードに有するツリー構造にランダムに組織される。

primitive in tree structure which possesses Bool operator which is selected to random in node tissue is done in random .

各集団における対応するツリーが同じようにランダムに変形されて新しいツリーを形成する。

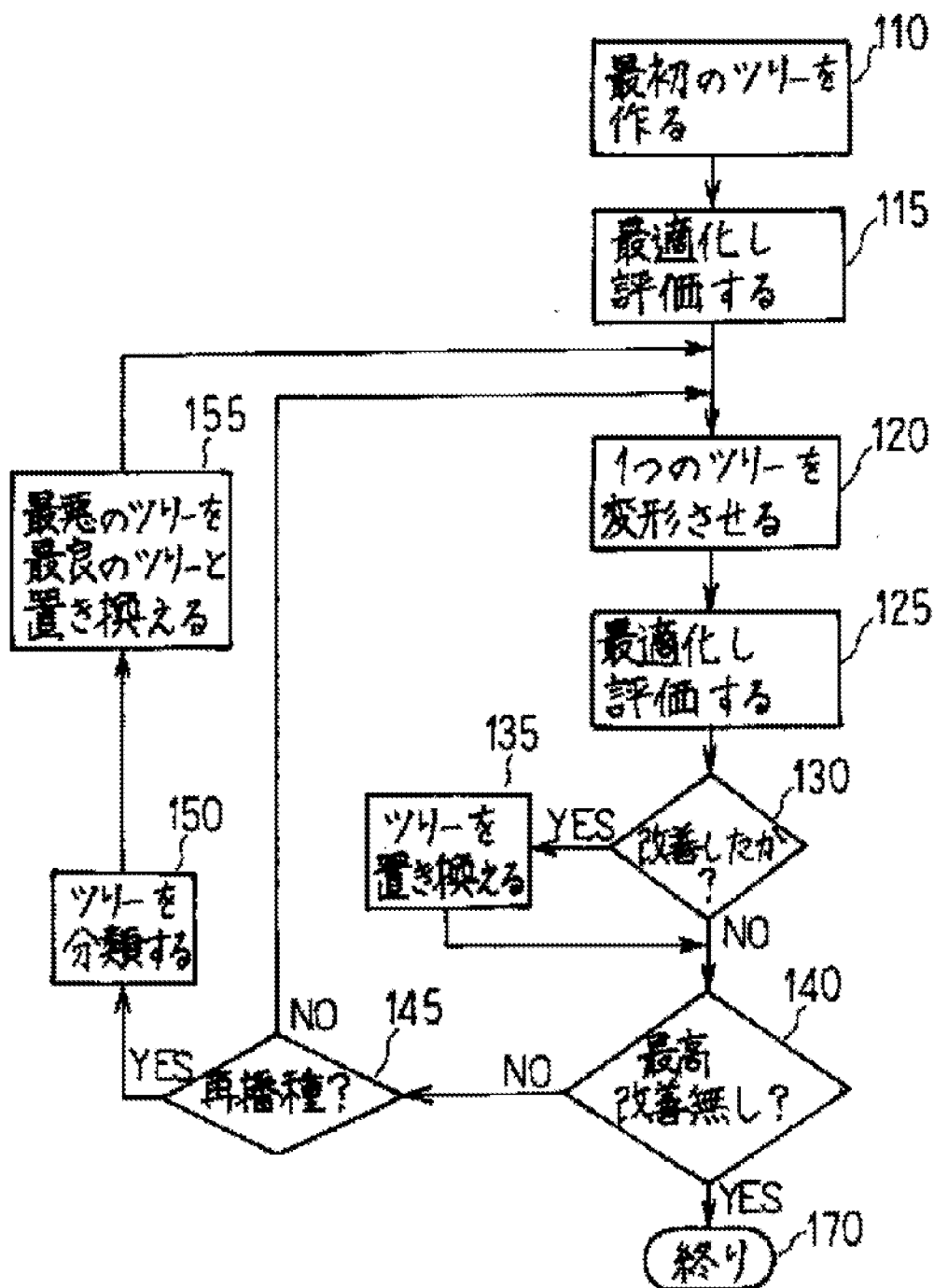
In each population , tree which corresponds becoming deformed in the similar random , new tree is formed.

変形は、プリミティブの種類の変更、サブツリー構造の変更、新しいサブツリーの付加、サブツリーの削除を含むことができる。

As for deformation, modification of types of primitive andmodification of sub tree structure , it is possible to include addition ofnew sub tree and deletion of sub tree .

もし新しいツリーが物体をより良く表すならば、古いツリーは新しいツリーと置き換えられる。

New tree displays object well, if is, old tree isreplaced with new tree .



## Claims

【特許請求の範囲】

[Claim (s)]

【請求項 1】

[Claim 1]

複数の CSG ツリーの集合であって、それぞれが前記複数の物体の中の一つに対応する前記 CSG ツリーの集合における各集合の前記 CSG ツリーの一つを同様に變形させて各集合中に新しい CSG ツリーを作る變形ステップと、

前記新しい CSG ツリーを各物体に関して局所的に最適化する最適化ステップと、

前記最適化された新しい CSG ツリーが前記複数の CSG ツリーの各集合における前記一つの CSG ツリーより前記物体をより良く表現する場合は、前記複数の CSG ツリーの各集合の中の前記一つの CSG ツリーを前記新しい CSG ツリーと置き換える置き換えステップとを備えてなる複数の物体の構造性立体幾何(CSG)表示を作る方法。

#### 【請求項 2】

前記變形ステップは、複数の CSG ツリーの前記集合の中のランダムな 1 つをランダムに變形させる請求項 1 に記載の複数の物体の構造性立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 3】

前記變形ステップの前に、

複数のランダムな CSG ツリーの集合を複数の CSG ツリーの前記集合として作り、

前記複数のランダムな CSG ツリーの各々に対応する物体に関して局所的に最適化するステップを更に含んでなる請求項 1 又は請求項 2 に記載の複数の物体の構造性立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 4】

前記變形ステップは、前記 1 つの CSG ツリーの中のプリミティブの種類を變化させること、前記 1 つの CSG ツリーの中のサブ CSG ツリー構造を變化させること、前記 1 つの CSG ツリーの中のプリミティブの代わりにサブ CSG ツリーを付加すること、及び、前記 1 つの CSG ツリーの中のサブ CSG ツリーを削除すること、の中の 1 つを含んでなる請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の複数の物体の構造性立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 5】

複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 1 の部分を複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 2

With gathering of CSGtree of plural , deforming one of theaforementioned CSGtree of each gathering in gathering of theaforementioned CSGtree where each one corresponds to one in the object of aforementioned plural in same way, during eachgathering deformation step which makes new CSGtree and,

Description above new CSGtree in regard to each object in localized optimization optimization step which is done and,

When aforementioned object is expressed well than CSGtree of theaforementioned one new CSGtree where aforementioned optimization itwas done in each gathering of CSGtree of aforementioned plural , CSGtree of aforementioned one in midst of each gatheringof CSGtree of aforementioned plural having replacement step which is replaced with, description above new CSGtree method . which makes structure characteristic steric geometric (CSG ) indication of object of plural which becomes

#### [Claim 2 ]

As for aforementioned deformation step , method . which makes the structure characteristic steric geometric indication of object of plural whichis stated in Claim 1 which deforms random one in midst ofaforementioned gathering of CSGtree of plural in random

#### [Claim 3 ]

Before aforementioned deformation step ,

Gathering of random CSGtree of plural as aforementioned gathering of the CSGtree of plural making,

Each of random CSGtree of aforementioned plural furthermore including step which optimization is done in localized in regard to object which corresponds, method . which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in the Claim 1 or Claim 2 which becomes

#### [Claim 4 ]

Aforementioned deformation step changes types of primitive in CSGtree of aforementioned one , sub CSGtree structure in CSGtree of theaforementioned one it changes, sub CSGtree is added in place of the primitive in CSGtree of aforementioned one , and, sub CSGtree in the CSGtree of aforementioned one is deleted, Including one in, method . which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in the any of Claim 1 through Claim 3 which becomes

#### [Claim 5 ]

first portion in midst of aforementioned gathering of CSGtree of the plural furthermore it has step which is replaced with

の部分と置き換えるステップを更に備え、前記第 1 の部分は、前記物体を最も悪く表現する CSG ツリーを含んでおり、前記第 2 の部分は前記物体を最も良く表現する CSG ツリーを含んでなる請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 6】

各物体のそれぞれの CSG ツリーにより覆われない領域、前記それぞれの CSG ツリーの前記物体を覆わない領域、及び前記 CSG ツリーの中のプリミティブの数に基づいて、複数の CSG ツリーの各集合の中から 1 つずつの CSG ツリーから成る対応する CSG ツリーの集合が前記物体を表現する程度を決定するステップを更に備えてなる請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 7】

前記変形ステップの前に、少なくとも 1 つの物体を走査してその少なくとも 1 つの物体の寸法を決定するステップを更に備えてなる請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 8】

前記局所的最適化のステップは、

前記 1 つの CSG ツリーの中のプリミティブの位置を調整し、

前記プリミティブのサイズを調整し、

前記プリミティブの方位を調整するステップを含んでなる請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る方法。

#### 【請求項 9】

複数の物体の構造的立体幾何表示を決定する装置において、

複数の CSG ツリーの集合であって、それぞれが前記複数の物体の中の一つに対応する前記 CSG ツリーの集合における各集合の前記 CSG ツリーの一つを同様に変形させて各集合中に新しい CSG ツリーを作る変形手段と、

前記新しい CSG ツリーを各物体に関して局所的

second portion in midst of aforementioned gathering of CSGtree of plural, the aforementioned first portion includes CSGtree which expresses the aforementioned object most badly, As for aforementioned second portion including CSGtree which expresses aforementioned object well, method, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in any of Claim 1 through Claim 4 which becomes

#### [Claim 6]

On basis of quantity of primitive in region, and the aforementioned CSGtree which do not cover aforementioned object of region, aforementioned respective CSGtree which is not covered by the respective CSGtree of each object, Furthermore having step which decides extent gathering of the CSGtree which consists of CSGtree of one by one from midst of each gathering of CSGtree of plural and corresponds expressing the aforementioned object, method, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in the any of Claim 1 to Claim 5 which becomes

#### [Claim 7]

Before aforementioned deformation step, scanning object of the at least one, furthermore having step which decides dimension of the object of at least one, method, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in the any of Claim 1 through Claim 6 which becomes

#### [Claim 8]

As for step of aforementioned localized optimization,

location of primitive in CSGtree of aforementioned one is adjusted,

size of aforementioned primitive is adjusted,

Including step which adjusts direction of aforementioned primitive, method, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in any of Claim 1 through Claim 7 which becomes

#### [Claim 9]

In device which decides structure characteristic steric geometric indication of object of plural,

With gathering of CSGtree of plural, deforming one of the aforementioned CSGtree of each gathering in gathering of the aforementioned CSGtree where each one corresponds to one in the object of aforementioned plural in same way, during each gathering deformation means, which makes new CSGtree

Description above new CSGtree in regard to each object in

に最適化する最適化手段と、

前記新しい CSG ツリーが前記複数の CSG ツリーの各集合の前記一つの CSG ツリーより前記物体をより良く表現する場合は、前記複数の CSG ツリーの各集合における前記一つの CSG ツリーを前記新しい CSG ツリーと置換する置換手段とを備えてなる複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

【請求項 10】

前記変形手段は、前記複数の CSG ツリーの各集合の中の前記一つの CSG ツリーのランダムな集合をランダムに変形させる請求項 9 に記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

【請求項 11】

複数のランダムな CSG ツリーを複数の CSG ツリーの前記集合として作る CSG ツリー生成手段と、

前記複数のランダムな CSG ツリーの各集合を対応する物体に関して局所的に最適化する初期最適化手段とを更に備えてなる請求項 9 又は請求項 10 に記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

【請求項 12】

前記変形手段は、

前記一つの CSG ツリーの中のプリミティブを変化させる手段と、

前記一つの CSG ツリーの中の演算子を変化させる手段と、

前記一つの CSG ツリーのサブ CSG ツリーを置換する手段の中の少なくとも一つを含んでなる請求項 9 乃至請求項 11 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

【請求項 13】

複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 1 の部分を複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 2 の部分と置き換える手段を更に備え、前記第 1 の部分は、前記物体を最も悪く表現する CSG ツリーを含んでおり、前記第 2 の部分は前記物体を最も良く表現する CSG ツリーを含んでなる請求項 9 乃至請求項 12 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

localized optimization optimization means, which is done

When description above new CSGtree expresses aforementioned object well than CSGtree of aforementioned one of eachgathering of CSGtree of aforementioned plural , CSGtree of theaforementioned one in each gathering of CSGtree of theaforementioned plural description above new CSGtree having thesubstitution means which is substituted, device , which makes the structure characteristic steric geometric indication of object of plural whichbecomes

[Claim 10]

As for aforementioned deformation means , device , which makes the structure characteristic steric geometric indication of object of plural whichis stated in Claim 9 which deforms random gathering of CSGtree towich inside of each gathering of CSGtree of aforementioned plural corresponds in random

[Claim 11]

CSGtree producing means which makes random CSGtree of plural as aforementionedgathering of CSGtree of plural and,

Each gathering of random CSGtree of aforementioned plural furthermorehaving initial stage optimization means which optimization is done for localized in regard to object which corresponds, device . which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which itstates in Claim 9 or Claim 10 which becomes

[Claim 12]

As for aforementioned deformation means ,

primitive in CSGtree of aforementioned one means, whichchanges

operator in CSGtree of aforementioned one means, whichchanges

Including at least one in means which substitutes sub CSGtree of the CSGtree of aforementioned one , device , which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which itstates in any of Claim 9to Claim 11 which becomes

[Claim 13]

first portion in midst of aforementioned gathering of CSGtree of the plural furthermore it has means which is replaced with second portion innidst of aforementioned gathering of CSGtree of plural , theaforementioned first portion includes CSGtree which expresses theaforementioned object most badly, As for aforementioned second portion including CSGtree which expressesaforementioned object well, device , which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which itstates in any of Claim

## 【請求項 14】

前記物体の、前記対応する CSG ツリーの中のそれぞれの 1 つにより覆われない領域、前記対応する CSG ツリーの中の、それぞれの 1 つの前記それぞれの物体を覆わない領域、及び前記 CSG ツリーの中のプリミティブの数に基づいて、対応する CSG ツリーの集合が前記物体を表現する程度を決定する手段を更に備えてなる請求項 9 乃至請求項 13 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

## 【請求項 15】

前記最適化手段は、

前記 1 つの CSG ツリーの中のプリミティブの位置を調整する手段と、

前記プリミティブのサイズを調整する手段と、

前記プリミティブの方位を調整する手段とを含んでなる請求項 9 乃至請求項 14 のいずれかに記載の複数の物体の構造的立体幾何表示を作る装置。

## Specification

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、物体の構造的立体幾何(以下、CSG という)表示の自動構築に関する。

本発明は、特に、複数の物体の走査で得られたデータから進化的計算を使用して類似の CSG 表示をヴオクスルフォーマットで創作する技術に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

CSG とは、複雑な立体を、プリミティブと呼ばれる簡単な立体の合成物として定義するモデリング方法を指す用語である。

プリミティブを合成して立体とするためにブール演算子が使用される。

立体は、2 次元又は 3 次元の物体の形をとることができる。

## 【0003】

indication of object of plural which it states in any of Claim 9 to Claim 12 which becomes

## [Claim 14]

region, description above which is not covered by respective one in CSGtree which, description above of aforementioned object corresponds on basis of quantity of primitive in region, and aforementioned CSGtree which do not cover, aforementioned respective object of respective one in CSGtree which corresponds, Furthermore having means which decides extent gathering of the CSGtree corresponding expressing aforementioned object, device, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in any of Claim 9 to Claim 13 which becomes

## [Claim 15]

As for aforementioned optimization means,

means, which adjusts location of primitive in CSGtree of the aforementioned one

means, which adjusts size of aforementioned primitive

Including means which adjusts direction of aforementioned primitive, device, which makes structure characteristic steric geometric indication of object of plural which it states in any of Claim 9 to Claim 14 which becomes

## [Description of the Invention]

## [0001]

## [Technological Field of Invention]

this invention regards automatic construction of structure characteristic steric geometric (Below, CSG you call) indication of object.

this invention, especially, using evolve calculation from data which is acquired with scan of object of plural, regards technology which creates similar CSG indication with [vuokuserufoomatto].

## [0002]

## [Prior Art]

CSG is term which points to modeling method which it defines as synthetic substance of simple steric which is called complex steric, primitive.

Synthesizing primitive, Bool operator is used in order to make steric.

Can steric, take 2 dimensional or shape of object of three-dimensional.

## [0003]



2 次元の文脈では、代表的なプリミティブは矩形、三角形、及び円である。

3 次元の文脈でのプリミティブは、箱、4 面体、円柱、円錐、及び球を含む。

ブール演算は、結び、差、及び交わりを含む。

物体の CSG 表示は、プリミティブである葉とブール演算子である非終端ノードとを有する順序づけられたバイナリツリーである。

【0004】

CSG 表示は物体のコンピュータ関連モデリングに役立つ。

或る形の CSG 表示は、代表的には計算機援用 (CAD) システムと仮想体験システムでの現行作業とに使われている。

他の形も、物体を表現するために使われている。

境界表示は、物体をその境界及び縁に応じて画定する。

この表示法は、立体の面、縁、及び頂点を描く。

体積表示法 (a volumetric representation) と呼ばれる他の表示法では、物体は 2 次元又は 3 次元の点データの排列として描かれる。

一般的にはピクセルと呼ばれている 2 次元の点データは物体内の領域を表示し、一般的にはヴォクセルと呼ばれている 3 次元点データは物体の体積を表示する。

ヴォクセルという用語は、2 次元及び 3 次元の両方の点データを指すのに一般的に使用される。

【0005】

操作が容易であるために、CSG 表示は、或る物体から他の物体への変更を実行するのに有益である。

一つの形では、1 物体から他の物体への操作はモーフィング (morphing) と呼ばれる。

このモーフィングでは、元の物体が第 2 の物体に見えるようになるまで元の物体に小さな変更が加えられる。

CSG 表示法は、物体の種々の特徴を組み合わせる作業も支援することもある。

1 物体から他の物体へと CSG 表示を効率的に操作するために、CSG ツリーはプリミティブの種

With context of 2 dimensional , as for representative primitive it is a rectangular , triangle , and acircle .

primitive with context of three-dimensional includes box , tetrahedron , cylinder , cone , and the sphere .

As for Bool operation, you tie, include difference, and acquaintance.

CSG indication of object order which possesses non- terminal node which is a leaf and a Bool operator which are a primitive \* \* and others \* isis binary tree .

【0004】

CSG indication is useful to computer -RELATED modeling of object .

CSG indication of a certain shape in computer invocation (CAD ) system and nowadays job with hypothetical experience system is used in the representative .

Also other shape, is used in order to express object .

boundary indication demarcates object according to boundary and theedge.

this display method , aspect of steric , draws edge, and apex .

volume display method (avolumetricrepresentation ) with with other display method which is called, as for the object it is drawn as 2 dimensional or arrangement of point data of the three-dimensional .

Point data of 2 dimensional which are called pixel generallyindicates region inside object , three-dimensional point data which [vuokuseru ]with is called generally indicates volume of object .

[vuokuseru ] With term which is said is used, although it points to 2 dimensional and point data of both of three-dimensional , generally.

【0005】

Because operation is easy, CSG indication is beneficial in order toexecute modification to other object from a certain object .

In form of one , as for operation to other object {moofingu } (morphing )with it is called from 1 object .

With this [moofingu ] , original object is visible in second object , until it groans,it can add to original object small modification.

CSGdisplay method can also support also job combining various feature of the object .

In order to operate CSG indication in efficient , as for CSGtree itresembles in regard to types and structure of

類及び構造に関して類似しているべきである。

2つの物体の CSG 表示の差違がツリーの中のプリミティブのサイズ及び方位だけであるときには、最も容易な変更を行うことができる。

【0006】

CSG モデルは、物体を良く表現することができ、また操作が容易であるけれども、特別の物体を表現する CSG モデルの操作が困難であることもある。

類似する 2 つの表示を作らなければならないときには、その困難の度合いが非常に大きい。

他の形の表示を作るのは容易である。

境界表示法は、種々の部分の寸法を示す物体の機械製図に似ている。

レーザ又はその他の装置で走査を行うことによって現実の物体から体積表示を得ることができる。

【0007】

従来技術では表示フォーマット間の変更も明確には定義されない。

境界表示又は CSG 表示から、それらの表示が画定している領域又は体積を作り出すことにより体積表示を容易に作ることができる。

同じく、境界評価法(a boundary evaluator)と呼ばれるアルゴリズムの集合を使って、CSG 表示から境界表示を計算することができる。

しかし、境界表示から CSG 表示への変換や体積表示から境界表示への変換は、著しく困難である。

更に、体積表示から CSG 表示へ直接変換する方法は知られていない。

【0008】

ヴァディム M.シャピロとドナルド L.ヴォスラーは、CSG 表示から境界表示への構成及び最適化に関する幾つかの論文を発表した。

そのうちの 2 つの論文、即ち 1991 年 1 月/2 月の「計算機援用設計」に掲載された「CSG 表示の構成及び最適化」("Construction and Optimization of CSG Representations", Computer Aided Design, January/February, 1991)と、1991 年 9 月の ASME 会報に掲載された「2 次元立体の効率的 CSG 表示」("Efficient CSG Representations of Two Dimensional Solids", Transactions of the ASME, September, 1991)は、境界表示か

primitive is good to with other object from 1 object .

When difference of CSG indication of 2 object is just size and direction of primitive in tree , it is possible to modify most easily.

[0006]

However as for CSG model , it is possible to express object well, in addition operation is easy, there are also times when operation of the CSG model which expresses special object is difficult.

2 indications which resemble must be made, when, extent of the difficulty is large to unusual .

It is easy to make indication of other shape.

boundary display method has been similar to machine graph making of object which shows the dimension of various portion .

By fact that it scans with laser or other device volume indication can be acquired from actual object .

[0007]

With Prior Art either modification between display format is not defined clearly.

It is possible to make volume indication easily, from boundary indication or CSG indication, by creating region or volume which those indications have demarcated.

Similarly, boundary evaluation method (a boundary evaluator) with using gathering of the algorithm which is called, it can calculate boundary indication from CSG indication.

But, from boundary indication conversion to boundary indication is difficult considerably from conversion and volume indication to CSG indication.

Furthermore, from volume indication method which direct conversion is done is not known to CSG indication.

[0008]

Vadim M. Shapiro and Donald L. [vuosuraa ] announced configuration to boundary indication and several article regarding optimization from CSG indication.

configuration and optimization \* of "CSG indication which is published to 2 article , among those namely "computer invocation design" of 1991 January /February ("construction and Optimization of CSG Representations", computer Aided Design, January/February, 1991 ) with, was published to ASME bulletin of 1991 September " efficient CSG indicator ("Efficient CSG Representations of Two Dimensional Solids", transactions of the ASME , September, 1991 ) of 2 dimensional steric " discuss difficulty which accompanies various

ら CSG 表示への変換を行うために使われている種々の技術に伴う難点を論じている。

これらの論文によれば、CSG 表示を作るときの難点は、立体の CSG 描写が 1 つだけに限られない。

同じ立体の形を得るためにサイズ、形状、位置及び種類の異なる種々のプリミティブを種々の方法で組み合わせることができる。

【0009】

既存の方法は、分割法と被覆法とに分類することができる。

分割法では、多角形は重なり合う部分の無い凸状の部材の結合として表示される。

これらの方法は不必要に冗長な CSG 表示を作り出す。

被覆法は、多角形を被覆する重なり合う部材の集合を決定して多角形の共線的な縁を利用しようとする。

しかし、この種の方法は、立体の形によっては必ずしも直接に解けるとは限らない。

また、これらの方法は、一般には、真っ直ぐで平らな物体のみに対して適用されている。

湾曲した平らな物体や 3 次元の物体に関する議論は限られている。

【0010】

シャピロとヴォスラーは、半空間を使って CSG 表示を画定する方法を提案している。

彼らは半空間の集合が物体を描くのに必要で且つ十分であるか否かを決定するいろいろな方法について論じている。

彼らは、半空間の集合が最小であるか否かについての決定に関しても論じている。

彼らは、その集合が物体を描くのに最少数のプリミティブを使うことを意味する半空間が絶対最小限であるのか、それとも絶対最小限に近いのかを決定しようとはしていない。

CSG 表示における半空間の使用に関する議論の全体を検討しても、これらの論文は、その集合において考慮すべき半空間をどのように決定するかを論じていない。

更に、コンピュータモデリングに役立つ CSG 表示を作るときにプリミティブは半空間としてではなくて一般的には基本的幾何空間として定義される。

technology which is used in order to convert to CSG indication from boundary indication.

According to these article, when making CSG indication, as for the difficulty, CSG illustration of steric is not limited to just one.

In order to obtain shape of same steric it combines different various primitive of size, geometry, location and types with various methods and can do thing.

[0009]

To bisection and coating method classification is possible existing method.

With bisection, as for polygonal shape it is indicated overlap as connection of convex member which does not have portion which is agreeable.

These method create redundant CSG indication unnecessarily.

coating method, overlap which polygonal shape sheath is done deciding gathering of member which is agreeable, tries to utilize the collinear edge of polygonal shape.

But, method of this kind always can solve in form of steric directly, with it does not limit.

In addition, these method, generally, being straight, are applied vis-a-vis only flat object.

Discussion regarding object of flat object and three-dimensional which curve is limited.

[0010]

Shapiro and [vuosuraa], using semi-space, have proposed method which demarcates CSG indication.

they although gathering of semi-space draws object, being necessary, and discuss concerning various method which decide the whether or not which is a fully.

In regard to decision concerning whether or not where gathering of the semi-space is minimum you discuss they.

Although gathering draws object, will decide they has not done, whether semi-space which means fact that primitive of the quantity of least are used being absolute minimum, or being close to absolute minimum.

Examining entirety of argument regarding use of semi-space in CSG indicating, you do not discuss these article, whether which way it decides semi-space which it should consider at the time of gathering.

Furthermore, when making CSG indication which is useful to the computer modeling, as for primitive not being as semi-space, generally it is defined as basic geometric space.

れる。

【0011】

1993 年 1 月の「グラフィックスに関する ACM 会報」に掲載された「CSG 変換への境界の分離」("Separation for Boundary to CSG Conversion", ACM Transactions on Graphics, January, 1993)という最近の論文において、シャピロとヴォスラーは立体を定義する集合に用いることのできる半空間を決定するための幾つかの手法について論じている。

それらの手法は、余分で不要な半空間で表示を生じさせる。

【0012】

難点がシャピロ及びヴォスラーが論じられているとともに、上記のいずれの論文も体積表示から CSG 表示への変換に関連するものではない。

物体の表面上の各点を 3 次元空間内の点として容易に表示することができるが、境界をヴォクセルデータから画定することは容易ではない。

境界表示を作り出すためには、表面上の全ての点を分析して、直線状の縁、湾曲した縁、或いは不均一な縁がどこに存在するかを決定するとともに、平らな面及び湾曲した面についての方程式を決定しなければならないであろう。

そのような変換を行うための幾つかのアルゴリズムが開発されたけれども、それらは複雑で、用途が限られている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

従って、表面又は物体のヴォクセル表示から物体の CSG 表示へ容易に且つ自動的に変換することのできるシステムが必要である。

また、複数の物体について類似する CSG 表示を容易に作ることのできるシステムも必要である。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ヴォクセル表示から CSG 表示に自動的に変換するとともに複数の物体を類似の CSG 表示に変換するシステムを提供する。

本発明は、一面において、大域アルゴリズムによりランダムな CSG ツリーの集団を発生させる。

最初の集団は、種類、サイズ、位置及び方位を含むプリミティブのランダムな生成と、プリミティ

【0011】

Separation of boundary to "CSG conversion which is published to "ACM bulletin regarding graphics " of 1993 January " ("SeparationforBoundarytoCSG conversion", ACMtransactions onGraphics, January, 1993 ) with in recent article which is said, the Shapiro and [vuosuraa ] you discuss concerning several technique in order to decide semi- space which can use for gathering which defines the steric .

Those technique with excess make indication cause with unnecessary semi-space .

【0012】

As difficulty is discussed Shapiro and [vuosuraa ], it is not something which above-mentioned each article from volume indication is related to conversion to CSG indication.

It is possible to indicate in easily 3 -dimensional space with each point on the surface of object as point inside, but it is not easy to demarcate boundary from [vuokuserudeeta ] .

In order to create boundary indication, analyzing all point on the surface , as it decides edge of linear , edge or nonuniform edgewhich curves exist where, you must decide equation flat surface and concerning surface which curves, it probably will be.

However several algorithm in order to do that kind of conversion were developed, as for those being complicated, application is limited.

【0013】

[Problems to be Solved by the Invention ]

Therefore, from [vuokuseru ] indication of surface or object to CSG indication of object easily and system which can convert to the automatic is necessary.

In addition, also system which can make CSG indication which resembles concerning object of plural easily is necessary.

【0014】

[Means to Solve the Problems ]

this invention, as from [vuokuseru ] indication it converts to automatic in CSG indication, offers system which converts object of plural to similar CSG indication.

this invention generates population of random CSG tree in one surface , due to the global algorithm .

initial population is made by with random formation of primitive which includes types , size , location and direction

ブのランダムな結合とにより作られる。

その集団のその後のメンバーが、既存の集団に対するランダムな変形により作られる。

好ましい実施の形態では、その集団の中の、所望の物体に余り似ていない部分が時折削除される。

この様に、進化的プロセスを使用して、物体をより正確に表現する CSG ツリーが作られる。

更に、本発明は、従来技術が必要とした縁及び面の位置及びサイズなどの、物体の特徴を決定する手続きを必要とせずにツリーを作って変形させて CSG 表示を得る。

【0015】

本発明は、他の面においては、進化的アルゴリズムにより、集団の中の各 CSG ツリーが所望の物体にどの程度近いかを決定する。

好ましい実施の形態では、CSG ツリーの物体との近さは、物体の中には無いツリーのヴォクセルの数(余分)と、ツリーの中には無い物体のヴォクセルの数(むきだし)と、ツリーの中のプリミティブの数とに基づいて決定される。

その決定の際にプリミティブの数を考慮に入れるので、物体が能率的に表現される結果となる。

従来技術では各プリミティブが必要であるか否かを特別に判定することが必要であったが、本発明ではそのような判定を要することなくその能率が得られる。

ツリーの物体との近さを決定するのに余分のヴォクセルとむきだしのヴォクセルとの数を使用するので、表示の客観的尺度が得られるのであるが、これも従来技術では利用できなかったものである。

【0016】

本発明は、他の面においては、所望の物体をより正確に表示するために、ツリーを評価するとともに、プリミティブに対して若干の変更を加える。

プリミティブは、位置、サイズ及び方位に関する評価に応じて修正される。

好ましい実施の形態では、プリミティブの局所的領域中の余分の領域及びむきだしの領域が決定される。

ツリーの中のプリミティブの運動の方向及び距離を示すために、その余分の領域及びむきだし

and random connection of the primitive .

After that member of population , is made by random deformationfor existing population .

With desirable embodiment , portion which has not been similar, to the desired object in population excessively time it is deleted.

this way, using evolve process , CSGtree which expresses the object more accurately is made.

Furthermore, this invention location of edge or surface which the Prior Art needs or procedure which decides feature of size or other , object necessity do, making tree , becoming deformed, obtains CSG indication.

【0015】

It decides this invention, each CSGtree in population which extent is close to desired object with evolve algorithm regarding other aspect.

With desirable embodiment , object of CSGtree it is close, it isdecided quantity of [vuokuseru ] of tree which is not in object (excess )with, quantity of [vuokuseru ] of object which is not in tree (Bareness)with, on basis of with quantity of primitive in tree .

Because quantity of primitive is inserted in consideration case ofdecision, it becomes result where object is expressed to efficient .

With Prior Art it was thing necessary to decide whether or not whose each primitive is necessary especially, but efficiency is acquired with the this invention without requiring that kind of decision.

object of tree it is close, because [vuokuseru ] with bareness of the excess [vuokuseru ] with number is used in order to decide, objective metric of indication is acquired, but this with Prior Art it is somethingwhich cannot be utilized.

【0016】

this invention as in order to indicate desired object in more accuratelyregarding other aspect, tree is appraised, adds somewhatmodification vis-a-vis primitive .

primitive is corrected according to appraisal regarding location , size and direction .

With desirable embodiment , region and bare region of excess in localized region of primitive are decided.

region of excess and various feature of distribution of [vuokuseru ] in thebare region are used for direction of

の領域の中のヴォクセルの分布の種々の特徴を使用する。

【0017】

複数の物体の類似の CSG 表示を作るために、始めに集団の複数の同一の集合を作る。

各集団の中の対応するツリーに対して同じ変形を行う。

次に、各ツリーを対応する物体について別々に最適化する。

表示の適合の良さを全ての物体についてのスコアに基づいて決定する。

従って、より良いツリーが全ての物体をより良く表現する。

このようにして、プリミティブの位置、サイズ、及び方位のみが異なる CSG 表示が複数の物体について得られる。

【0018】

より具体的には、本発明の請求項 1 に係る複数の物体の CSG 表示を作る方法は、複数の CSG ツリーの集合であって、それぞれが前記複数の物体の中の一つに対応する前記 CSG ツリーの集合における各集合の前記 CSG ツリーの一つを同様に变形させて各集合中に新しい CSG ツリーを作る変形ステップと、前記新しい CSG ツリーを各物体に関して局所的に最適化する最適化ステップと、前記最適化された新しい CSG ツリーが前記複数の CSG ツリーの各集合における一つの CSG ツリーより前記物体をより良く表現する場合は、前記複数の CSG ツリーの各集合の中の前記一つの CSG ツリーを前記新しい CSG ツリーと置き換える置き換えステップを備えるものである。

【0019】

本発明の請求項 2 に係る複数の物体の CSG 表示を作る方法において、前記変形ステップは、複数の CSG ツリーの前記集合の中のランダムな 1 つをランダムに変形させるものである。

【0020】

本発明の請求項 3 に係る複数の物体の CSG 表示を作る方法は、前記変形ステップの前に、複数のランダムな CSG ツリーの集合を複数の CSG ツリーの前記集合として作り、前記複数のランダムな CSG ツリーの各々を対応する物体に関し

motion of primitive in the tree and in order to show distance .

【0017】

In order to make similar CSG indication of object of the plural , same gathering of plural of population is made in beginning .

It becomes deformed similarly vis-a-vis tree to which inside of each population corresponds .

Next , each tree optimization is done separately concerning object which corresponds .

It decides on basis of score good quality of conformity of indication concerning all object .

Therefore , a better tree expresses all object well .

this requiring , only location , size , and direction of primitive different CSG indication are acquired concerning object of plural .

【0018】

More concrete , as for method which makes CSG indication of object of plural which relates to Claim 1 of this invention , with gathering of CSG tree of plural , Deforming one of aforementioned CSG tree of each gathering in gathering of aforementioned CSG tree where each one corresponds to one in object of aforementioned plural in same way , during each gathering deformation step and description above which make new CSG tree new CSG tree optimization step which optimization is made localized in regard to each object and , When aforementioned object is expressed well than CSG tree of the one new CSG tree where aforementioned optimization it was done in each gathering of CSG tree of aforementioned plural , CSG tree of the aforementioned one in midst of each gathering of CSG tree of aforementioned plural it is something which has replacement step which is replaced with description above new CSG tree .

【0019】

Regarding to method which makes CSG indication of object of plural which relates to Claim 2 of this invention , the aforementioned deformation step is something which deforms random one in midst of aforementioned gathering of CSG tree of plural in random .

【0020】

method which makes CSG indication of object of plural which relates to Claim 3 of this invention , before aforementioned deformation step , makes gathering of random CSG tree of plural as aforementioned gathering of CSG tree of plural each of random CSG tree of aforementioned plural it is

て局所的に最適化するステップを更に含むものである。

## 【0021】

本発明の請求項4に係る複数の物体の CSG 表示を作る方法において、前記変形ステップは、前記1つの CSG ツリーの中のプリミティブの種類を変化させること、前記1つの CSG ツリーの中のサブ CSG ツリー構造を変化させること、前記1つの CSG ツリーの中のプリミティブの代わりにサブ CSG ツリーを付加すること、及び、前記1つの CSG ツリーの中のサブ CSG ツリーを削除すること、の中の1つを含むものである。

## 【0022】

本発明の請求項5に係る複数の物体の CSG を作る方法は、複数の CSG ツリーの前記集合の中の第1の部分複数の CSG ツリーの前記集合の中の第2の部分と置き換えるステップを更に有し、前記第1の部分は、前記物体を最も悪く表現する CSG ツリーを含んでおり、前記第2の部分は前記物体を最も良く表現する CSG ツリーを含むものである。

## 【0023】

本発明の請求項6に係る複数の物体の CSG を作る方法は、各物体のそれぞれの CSG ツリーにより覆われない領域、前記それぞれの CSG ツリーの前記物体を覆わない領域、及び前記 CSG ツリーの中のプリミティブの数に基づいて、複数の CSG ツリーの各集合の中から1つずつの CSG ツリーから成る対応する CSG ツリーの集合が前記物体を表現する程度を決定するステップを更に備えるものである。

## 【0024】

本発明の請求項7に係る複数の物体の CSG を作る方法は、前記変形ステップの前に、少なくとも1つの物体を走査してその少なくとも1つの物体の寸法を決定するステップを更に備えるものである。

## 【0025】

本発明の請求項8に係る複数の物体の CSG を作る方法において、前記局所的最適化のステップは、前記1つの CSG ツリーの中のプリミティブの位置を調整し、前記プリミティブのサイズを調整し、前記プリミティブの方位を調整するステップを含むものである。

something which furthermore includes step which optimization is made localized in regard to object which corresponds.

## 【0021】

Regarding to method which makes CSG indication of object of plural which relates to Claim 4 of this invention, theaforementioned deformation step changes types of primitive in the CSGtree of aforementioned one, sub CSGtree structure in CSGtree of theaforementioned one it changes, sub CSGtree is added in place of the primitive in CSGtree of aforementioned one, And, sub CSGtree in CSGtree of aforementioned one is deleted, itis something which includes one in.

## 【0022】

method which makes CSG of object of plural whichrelates to Claim 5 of this invention first portion in midst ofaforementioned gathering of CSGtree of plural furthermore has the step which is replaced with second portion in midst of aforementionedgathering of CSGtree of plural, aforementioned first portion includes CSGtree which expresses aforementioned object most badly, Aforementioned second portion is something which includes CSGtree whichexpresses aforementioned object well.

## 【0023】

As for method which makes CSG of object of plural whichrelates to Claim 6 of this invention, on basis of quantity of primitive in region, and aforementioned CSGtree which do not cover theaforementioned object of region, aforementioned respective CSGtree which is not covered by respective CSGtree of each object, It is something which furthermore has step which decides theextent gathering of CSGtree which consists of CSGtree of one by one from midst of each gathering of CSGtree of plural andcorresponds expressing aforementioned object.

## 【0024】

method which makes CSG of object of plural whichrelates to Claim 7 of this invention, before aforementioneddeformation step, scanning object of at least one, is something whichfurthermore has step which decides dimension of object of the at least one.

## 【0025】

Regarding to method which makes CSG of object of plural which relates to Claim 8 of this invention, it is something whichincludes step where step of aforementioned localized optimization adjusts location of primitive in CSGtree of aforementioned one,adjusts size of aforementioned primitive, adjusts direction ofaforementioned primitive.

[0026]

このような方法によれば、物体の CSG 表示を容易に且つ自動的に得ることができ、また、複数の物体について類似する CSG 表示を容易に得ることができる。

[0027]

また、本発明の請求項 9 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置は、複数の CSG ツリーの集合であって、それぞれが前記複数の物体の中の一つに対応する前記 CSG ツリーの集合における各集合の前記 CSG ツリーの一つを同様に變形させて各集合中に新しい CSG ツリーを作る變形手段と、前記新しい CSG ツリーを各物体に関して局所的に最適化する最適化手段と、前記新しい CSG ツリーが前記複数の CSG ツリーの各集合の前記一つの CSG ツリーより前記物体をより良く表現する場合は、前記複数の CSG ツリーの各集合における前記一つの CSG ツリーを前記新しい CSG ツリーと置換する置換手段とを備えるものである。

[0028]

また、本発明の請求項 10 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置において、前記變形手段は、前記複数の CSG ツリーの各集合の中の一つに対応する CSG ツリーのランダムな集合をランダムに變形させるものである。

[0029]

また、本発明の請求項 11 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置は、複数のランダムな CSG ツリーを複数の CSG ツリーの前記集合として作る CSG ツリー生成手段と、前記複数のランダムな CSG ツリーの各集合を対応する物体に関して局所的に最適化する初期最適化手段とを更に備えるものである。

[0030]

また、本発明の請求項 12 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置において、前記變形手段は、前記一つの CSG ツリーの中のプリミティブを變化させる手段と、前記一つの CSG ツリーの中の演算子を變化させる手段と、前記一つの CSG ツリーのサブ CSG ツリーを置換する手段の中の少なくとも一つを含むものである。

[0031]

[0026]

According to method a this way, CSG indication of object be able to acquire, in addition, CSG indication which resembles concerning object of plural can be acquired easily and in automatic .

[0027]

In addition, as for device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 9 of this invention , withgathering of CSGtree of plural , Deforming one of aforementioned CSGtree of each gathering ingathering of aforementioned CSGtree where each one corresponds to one in object of aforementioned plural in same way During each gathering when deformation means. description above which makes new CSGtree new CSGtree optimization means. description above which optimization is made localized in regard to each object new CSGtree expresses aforementioned object well than CSGtree of the aforementioned one of each gathering of CSGtree of the aforementioned plural , CSGtree of aforementioned one in each gathering of CSGtree of aforementioned plural description above new CSGtree it is something which has substitution means which is substituted.

[0028]

In addition, aforementioned deformation means is something which deforms random gathering of CSGtree to which inside of each gathering of CSGtree of aforementioned plural corresponds in the random in device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 10 of this invention .

[0029]

In addition, device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 11 of this invention , each gathering of random CSGtree of CSGtree producing means and aforementioned plural which make the random CSGtree of plural as aforementioned gathering of CSGtree of the plural is something which furthermore has initial stage optimization means which optimization is made localized in regard to object which corresponds.

[0030]

In addition, aforementioned deformation means primitive in the CSGtree of aforementioned one operator in CSGtree of means. aforementioned one which changes is something which includes the at least one in means which substitutes sub CSGtree of CSGtree of the means. aforementioned one which changes in device which decides CSG indication of object of plural which relates to the Claim 12 of this invention .

[0031]



また、本発明の請求項 13 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置は、複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 1 の部分を複数の CSG ツリーの前記集合の中の第 2 の部分と置き換える手段を更に備え、前記第 1 の部分は、前記物体を最も悪く表現する CSG ツリーを含んでおり、前記第 2 の部分は前記物体を最も良く表現する CSG ツリーを含んでなるものである。

【0032】

また、本発明の請求項 14 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置は、前記物体の、前記対応する CSG ツリーの中のそれぞれの 1 つにより覆われない領域、前記対応する CSG ツリーの中の、それぞれの 1 つの前記それぞれの物体を覆わない領域、及び前記 CSG ツリーの中のプリミティブの数に基づいて、対応する CSG ツリーの集合が前記物体を表現する程度を決定する手段を更に備えるものである。

【0033】

また、本発明の請求項 15 に係る複数の物体の CSG 表示を決定する装置において、前記最適化手段は、前記 1 つの CSG ツリーの中のプリミティブの位置を調整する手段と、前記プリミティブのサイズを調整する手段と、前記プリミティブの方位を調整する手段とを含んでなるものである。

【0034】

このような装置によれば、物体の CSG 表示へ容易に且つ自動的に得ることができ、また、複数の物体について類似する CSG 表示を容易に得ることができる。

【0035】

#### 【発明の実施の形態】

実施の形態 1. 添付図面と関連させて以下の実施の形態により本発明がより良く理解される。

添付図面において、同じ符号は同様の対象を示す。

【0036】

図 1 は、本発明を使用するための装置を示す。

図 1 に示されているように、カメラ 10、スキャナ又は製図編集機などを使用して物体に関するデータが決定される。

In addition, device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 13 of this invention first portion in the midst of aforementioned gathering of CSGtree of plural furthermore has means which is replaced with second portion in the midst of aforementioned gathering of CSGtree of plural, the aforementioned first portion includes CSGtree which expresses the aforementioned object most badly, Aforementioned second portion including CSGtree which expresses the aforementioned object well, is something which becomes.

【0032】

In addition, as for device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 14 of this invention, the region, description above which is not covered by respective one in CSGtree which, description above of aforementioned object corresponds in CSGtree which corresponds, It is something which furthermore has means which decides the extent gathering of CSGtree which corresponds on basis of the quantity of primitive in region, and aforementioned CSGtree which do not cover aforementioned respective object of respective one, expressing aforementioned object.

【0033】

In addition, aforementioned optimization means including means which adjusts direction of means, aforementioned primitive which adjusts the size of means, aforementioned primitive which adjusts location of the primitive in CSGtree of aforementioned one, is something which becomes in device which decides CSG indication of object of plural which relates to Claim 15 of this invention.

【0034】

According to device a this way, to CSG indication of object be able to acquire, in addition, CSG indication which resembles concerning object of plural can be acquired easily and in automatic.

【0035】

#### [Embodiment of the Invention]

In connection with embodiment 1, attached figure this invention understands well by embodiment below.

In attached figure, same sign shows similar object.

【0036】

Figure 1 shows device in order to use this invention.

As shown in Figure 1, using camera 10, scanner or graph making compilation machine, etc data regarding object is decided.

物体に関するデータは、一般的には、物体の領域又は体積を画定するヴォクセルのビットマップを含む。

物体に関するデータはメモリ 30 に記憶され、システムが作る CSG 構造と比較される。

複数の物体についての物体データが得られ、記憶される。

中央処理装置(CPU)20 は、メモリに記憶された物体データとの関係で以下に記述するプロセスのステップを実行する。

システムの最終出力は、物体の CSG 表示である。

これを、例えばディスプレイ 40 に出力したり、或いは電子フォーマットの形で出力 50 を通じて他のコンピュータ又はメモリ資源に出力するなど、いろいろな方法で出力することができる。

【0037】

単一の物体についてのシステムの動作が図 2 のブロック流れ図に示されている。

ステップ 110 において、CSG ツリーの集団がランダムに作られる。

CSG ツリーは、プリミティブの集合の結合を通して表示を作り出す。

各プリミティブは、座標系において画定された種類、サイズ、位置、及び方位を有する。

当然に、プリミティブのための座標系は、物体データを決定するために使われる座標系と一致する。

【0038】

図 3 は、矩形と円とをプリミティブとして使用して本発明により作られた文字 P の CSG ツリー表示を示す。

各端末ノード、即ち葉 180-184 は矩形のプリミティブである。

プリミティブは、その位置、幅、高さ、及び方位により画定される。

内側のノード 191-193、195 は、葉に対するブール結合子である。

ブール結合子は、結び 191、192、交わり 193 及び差 195 を含む。

図 3 は、ツリーの各ノードにおいて CSG 表示が何に見えるかをも示す。

一番上のノード 195 にはツリー全体の表示がある。

data regarding object generally, includes bitmap of [vuokuseru] which demarcates region or volume of object.

data regarding object is remembered in memory 30, CSGstructure which system makes is compared.

object data concerning object of plural is acquired, isremembered.

central processing unit (CPU) 20 executes step of process which in connectionwith with object data which is remembered in memory is describedbelow.

final output of system is CSG indication of object.

It can output this, to for example display 40, or in form of electron format itoutputs to other computer or memory resource such as, it can output withvarious method through output 50.

[0037]

Operation of system concerning single object is shown in block flowchart of Figure 2.

In step 110, population of CSGtree is made in random.

CSGtree creates indication through connection of gathering of primitive.

Each primitive has types, size, location, and direction which are demarcated in the coordinate system.

Properly, coordinate system for primitive agrees with coordinate system which is usedin order to decide object data.

[0038]

Figure 3, using rectangular and circle as primitive, shows CSGtree indication of character P which was made by this invention.

Each terminal node, namely leaf 180-184 is primitive of rectangular.

primitive is demarcated by location, width, height, and direction.

node 191-193, 195 of inside is Bool connector for leaf.

You tie Bool connector and, 191,192, acquaintance include 193 anddifference 195.

It shows Figure 3, CSG indication is visible in what in each node of tree.

Most there is indication of tree entirety in node 195 above.

る。

【0039】

元のツリー集団を作るとき、システムは、プリミティブの集合をランダムに選び、サブツリー構造と、各ツリーに対するブール演算子の集合とを選ぶ。

最初のツリー集団の複雑さを調整するために、プリミティブ及びサブツリー構造の数についての平均偏差及び標準偏差をシステムに供給することができる。

各ノードにあるサブツリー構造について、システムはサブツリーの中のプリミティブを2つの部分に分け、それは後の左側のサブツリー及び右側のサブツリーとなる。

サブツリー構造についての平均偏差及び標準偏差は、プリミティブがどの程度に均一に分離されるかに関連する。

【0040】

始めの集団が作られた後、各ツリーは、次に説明するようにステップ 115 で局所的に最適化されて評価される。

評価プロセスは、目標の物体の表示の近さに対応するスコアを各ツリーについて決定する。

ステップ 120 で、ランダムに選ばれたツリーがランダムに変形される。

種々の変形が可能である。

好ましい実施の形態では、変形は、(1)プリミティブの種類の変更、(2)サブツリー構造の変更、(3)新しいサブツリーの付加、(4)サブツリーの削除を含む。

サブツリー構造の変更は、新しいノードを持っていて、プリミティブのサブツリーへの分離が異なっているサブツリーを同じプリミティブで作り直すことを含む。

新しいサブツリーを付加するために、1つのプリミティブをサブツリー内の複数のプリミティブと置き換える。

サブツリーが削除されると、そのサブツリーより上のノードは除去され、そのノードから残ったサブツリーはツリーの上の方に移される。

また、内側のノードのブール演算を変更することができる。

【0041】

ツリーにおける変化の種類を制御するために、

[0039]

When making original tree subpopulation, system chooses gathering of primitive in the random, sub tree structure and, chooses gathering of Bool operator for each tree.

In order to adjust complexity of initial tree population, mean deviation and standard deviation concerning quantity of primitive and sub tree structure can be supplied to the system.

system divides primitive in sub tree into 2 portion concerning the sub tree structure which is each node, that becomes sub tree of left side after and sub tree of right side.

primitive is separated into uniform into which extent, it is related mean deviation and standard deviation concerning sub tree structure.

[0040]

After population of beginning was made, each tree is appraised, as explained next, with step 115 optimization making localized.

Appraisal process indication of object of goal is close, the score which corresponds is decided concerning each tree.

With step 120, tree which is chosen in random becomes deformed in random.

various deformation is possible.

With desirable embodiment, as for deformation, modification of the types of (1) primitive and modification of (2) sub tree structure, (3) addition of new sub tree and deletion of (4) sub tree are included.

Modification of sub tree structure, having new node, includes fact that it does again to make sub tree where separation to sub tree of primitive differs with same primitive.

In order to add new sub tree, primitive of one is replaced with primitive of plural inside sub tree.

When sub tree is deleted, node above is removed from sub tree, sub tree which remains from node is moved to direction on tree.

In addition, Bool operation of node of inside can be modified.

[0041]

In order to control types of change in tree, probability

変形の種類の各々についての確率を設定することができる。

好ましい実施の形態における変形はランダムであるが、最良のツリーを決定するための時間を改善することのできる変形を管理して実行することができる。

変形されたツリーは、次にステップ 125 で局所的に最適化され、評価される。

変形後のツリーが既存のツリーより良ければ(ステップ 130)、変形後のツリーが元のツリーと置き換わる(ステップ 135)。

もし変形後のツリーが元のツリーより良くなっていなければ、既存のツリーは置換されない。

システムは、物体をより良く表現するツリーを決定するための進化的プロセスを提供するものである。

【0042】

この進化的プロセスを改良するために、ステップ 145 で劣るツリーが時折集団から除去される(これを再播種と称する)。

再播種は、設定された数の変形が行われた後に行われることができる。

再播種するために、ステップ 150 でツリーはそのスコアに応じて分類される。

ステップ 155 で、ツリーの中の悪いスコアを有する半分が、より良いスコアを持っているツリーと置き換えられる。

すると、更なる変形が行われる前に集団の中でより良いスコアを有するツリーの各々が2倍になる。

このために、集団全体が物体をより良く表すようになり、最良のツリーが迅速に得られることになる。

劣るツリーの時折の置換を含むランダムな変形のプロセスは、所定回数の反復中に改善が見られなくなるまで、継続して行われる(ステップ 140)。

最良のツリーにおいてそれ以上の改善が見られなくなると、このプロセスは終了し(ステップ 170)、最良のツリーがその物体の CSG 表示として出力される。

【0043】

ステップ 115 及び 125 で行われるツリーの局所的最適化及び評価は、図 4 のブロック図に示さ

concerning each of types of deformation can be set.

Deformation in desirable embodiment is random, but managing the deformation which can improve time in order to decide tree of optimum it can execute.

tree which becomes deformed with step 125 optimization makes next localized, is appraised.

If tree after becoming deformed is better than existing tree, (step 130), the tree after becoming deformed is displaced original tree, (step 135).

If tree after becoming deformed has not become better than the original tree, existing tree is not substituted.

system is something which offers evolve process in order to decide tree which expresses object well.

[0042]

In order to improve this evolve process, tree which is inferior in step 145 time it is removed from time population (This re-seeding it names).

As for re-seeding, after deformation of a quantity which is set were done it is possible to be done.

In order re-seeding to do, tree classification is done with the step 150 according to score.

With step 155, it can replace with tree which has a better score half which possesses score where inside of tree is bad.

When it does, before further deformation is done, each of tree which possesses a better score in population becomes in 2-fold.

Because of this, population entirety displays object well, it groans, it means that tree of optimum is acquired quickly.

At time of tree which is inferior time process of the random deformation which includes substitution is done, until improvement stops being seen while repeating specified number of times, continuing, (step 140).

When improvement above that stops being seen in tree of the optimum, this process ends and (step 170), tree of optimum is outputted as CSG indication of object.

[0043]

localized optimization and appraisal of tree which is done with step 115 and 125 are shown in block diagram of Figure

れている。

物体をより良く表現するために局所的最適化により CSG ツリーの中のプリミティブの位置、サイズ及び方位に小さな変更を加える。

各プリミティブは別々に操作される。

第 1 のステップ即ちステップ 205 は、第 1 のプリミティブを選択する。

【0044】

次にツリービットマップを作らなければならない(ステップ 210)。

CSG 表示と物体データとのフォーマットは同じではない。

上記したように、物体データはヴォクセルの集合又はビットマップである。

表示同士を比較するために、CSG 表示もビットマップとしての体積表示に変換される。

ツリーの中の各プリミティブについてのビットマップを作ることによってツリービットマップを作ることができる。

次にプリミティブについてのビットマップをツリーノードのブール演算に従って結合させる。

全てのブール演算が実行されると、ビットマップはこのツリーについての CSG 表示を表す。

【0045】

次にシステムはツリービットマップの中のビットを物体データの中のビットと比較して適合度を決定する(ステップ 215)。

適合度は、ツリービットマップが物体の中に無い部分(余分と称する)を覆う程度と、ツリービットマップにより覆われない物体の部分(むきだしと称する)とにより決定される。

図 5 は、物体 410 と CSG 表示 420 とについての余分の領域 441、442 とむきだしの領域 431、432 とを示す。

【0046】

ステップ 220 で、CSG ツリーがどの程度に良く物体を表すかを示す CSG ツリーについてのスコアが決定される。

好ましい実施の形態では、スコアは、余分のヴォクセルの数と、むきだしのヴォクセルの数と、乗数及びプリミティブの数の積との和に等しい。

物体の効率的な表示を得るために、スコアにブ

4.

Small modification is added to location, size and direction of primitive in CSGtree in order to express object well with localized optimization.

Each primitive is operated separately.

first step namely step 205 selects first primitive.

[0044]

tree bitmap must be made next, (step 210).

format of CSG indication and object data is not same.

As inscribed, object data gathering of [vuokuseru] or it is a bitmap.

In order to compare indication, it is converted to volume indication CSG indication as bitmap.

It is possible to make tree bitmap by fact that bitmap concerningeach primitive in tree is made.

Next following bitmap concerning primitive to Bool operationof tree node, it connects.

When all Bool operation is executed, bitmap displays CSG indicationconcerning this tree.

[0045]

Next system decides fidelity bit in tree bitmap by comparisonwith bit in object data (step 215).

Fidelity is decided portion of covering portion (excess it names) which does nothave tree bitmap in object of object which is not covered theextent and by tree bitmap (Bareness it names) with by.

Figure 5 shows region 441, 442 and bare region 431, 432 of excess concerningwith object 410 and CSG indication 420.

[0046]

With step 220, CSGtree displays object well in which extent, the score concerning CSGtree which is shown is decided.

With desirable embodiment, as for score, it is equal to sum totalsof quantity of [vuokuseru] of excess and quantity of bare [vuokuseru] and product of number of multipliers and primitive.

In order to obtain efficient indication of object, quantity of

リミティブの数を用いる。

ツリーに用いられているプリミティブが少ないほどスコアは良くなるし、より効率的な表示となる。

良いツリーほどスコアが低い。

【0047】

スコアの決定に加えて、システムは、各ツリーについてのスコアを最善にするためにプリミティブに小さな調整を行う。

選択されたプリミティブの局所領域内にある余分のヴォクセル及びむきだしのヴォクセルがステップ 225 で決定される。

選択されたプリミティブの位置、サイズ、及び方位は、余分の局所領域及びむきだしの局所領域に基づいてステップ 230、235 で調整される。

位置を調整するために(ステップ 230)、余分の局所領域及びむきだしの局所領域の中心と面積とが決定される。

プリミティブの位置は、その中心が余分の局所領域の中心からむきだしの局所領域の中心へのベクトルに沿って動くこととなるように移される。

その移動の大きさは、余分の局所領域とむきだしの局所領域との面積のプリミティブの総面積に対する比により決定される。

【0048】

余分の局所領域の面積とむきだしの局所領域の面積との差に比例する量だけサイズが調整される(ステップ 235)。

もし、むきだしの局所領域の面積が余分の局所領域の面積より大きければ、サイズは大きくされ、もし余分の局所領域の面積がむきだしの局所領域の面積より大きければ、サイズは小さくされる。

【0049】

方位の調整(ステップ 240)は、さらに難しい。

2 次元の物体に対しては試行錯誤法を用いることができる。

その試行錯誤法では、プリミティブを小さな角度だけ回転させ、スコアを計算し直す。

スコアが良くなり続けている間は、プリミティブを小角度だけ回転させてスコアを計算し直すプロセスを反復する。

もしスコアが初めに良くならなければ、プリミティブを逆方向に小角度だけ回転させてスコアを計

primitive is used for score .

When primitive which is used for tree is little score becomes good and, from it becomes efficient indication.

About good tree score is low.

[0047]

In addition to decision of score , system concerning each tree best in order to make score does small adjustment in the primitive .

excess which is inside topical region of primitive which is selected [vuokuseru ]and bare [vuokuseru ] being step 225, it is decided.

location , size , and direction of primitive which is selected are adjusted with step 230, 235 on basis of topical region and bare topical region of the excess .

(step 230 ) topical region of excess and center and surface area of bare topical region are decided in order to adjust location .

location of primitive is moved, in order center for it to mean with to move alongside vector to center of bare topical region from center of topical region of excess .

size of movement is decided by ratio for total surface area of the primitive of surface area of topical region and bare topical region of excess .

[0048]

Just quantity which is proportionate to difference of the surface area of topical region of excess and surface area of bare topical region the size is adjusted (step 235 ).

If surface area of bare topical region is larger than surface area of topical region of excess , size is enlarged, if surface area of topical region of the excess is larger than surface area of bare topical region , size makes small.

[0049]

Adjustment (step 240 ) of direction furthermore is difficult.

trial and error method can be used vis-a-vis object of 2 dimensional .

With trial and error method, primitive just small angle turning, it does again to calculate score .

While score is continuing to become good, primitive just small angle turning, process which does again to calculate score is repeated.

If score does not become good in beginning, primitive just the small angle turning to reverse direction , it does again to

算し直す。

反対方向への回転でスコアが良くなり続ける間は、このプロセスを繰り返す。

どちらの方向に回転させてもスコアが良くなければ、プリミティブは元の方位にとどまる。

【0050】

3次元で方位を適切に調整するためには、余分の局所領域とむきだしの局所領域との主軸を決定しなければならない。

余分の局所領域及びむきだしの局所領域についての慣性テンソルマトリックスを計算することにより、主軸を決定することができる。

その2つのマトリックスの主固有ベクトルが余分の領域及びむきだしの領域の主軸を与える。

次に、プリミティブの主軸が余分の領域の主軸から遠ざかってむきだしの領域の主軸に向かって移動するようにプリミティブを回転させることができる。

余分の局所領域の体積とむきだしの局所領域の体積との比から回転の程度を決定することができる。

【0051】

ブール演算の差又は交わりにより結合されるプリミティブは、物体の中の穴として作用するので、「負のプリミティブ」と見なすことができる。

そのようなプリミティブを調整するときには、運動を反転させる。

例えば、負のプリミティブの位置は、むきだしの局所領域の中心から余分の局所領域の中心へと調整される。

負のプリミティブについて移動の種類を反転させるか、又は余分の領域及びむきだしの領域の定義を逆にすることによって、これらの変更を行うことができる。

【0052】

1つのプリミティブの位置、サイズ及び方位の調整が終わると、新しいCSGツリーについてのスコアが計算される(ステップ250)。

もしスコアが良くなっていれば、システムは新しいCSGツリーを採用し(ステップ255)、スコアが最早良くはなくなるか(ステップ275)、又は最大反復回数に達するまで(ステップ280)、各プリミティブに対して調整を行い続ける。

【0053】

calculate score .

While score continues to become good with revolution to opposite direction ,this process is repeated.

Turning to whichever direction, if score does not become good, the primitive is restricted to original direction .

[0050]

In order to adjust direction appropriately with three-dimensional , primary axis of topical region and bare topical region of excess must be decided.

primary axis can be decided by calculating inertia tensor matrix concerning topical region and bare topical region of excess .

Main peculiar vector of 2 matrix gives region of excess and the primary axis of bare region .

Next, primary axis of primitive going away from primary axis of region of excess , in order to move facing toward primary axis of bare region primitive it can turn.

Extent of revolution can be decided from ratio with volume of the topical region of excess and volume of bare topical region .

[0051]

Because primitive which is connected difference of Bool operation or by acquaintance operates as hole in object , "negative primitive " with it can consider.

When adjusting that kind of primitive , motion is done inverting .

location of for example negative primitive is adjusted to with center of topical region of excess from center of bare topical region .

inverting it can point to types of movement concerning negative primitive or, or by region of excess and fact that definition of the bare region is made opposite, it is possible to do these modifications.

[0052]

When location , size of primitive of one and adjustment of direction end, score concerning new CSGtree is calculated (step 250 ) .

If score has become good, system adopts new CSGtree and until(step 255 ) , score does not become, or most Sagara \* (step 275 ) , or reaches to the maximum repetitive number of times , (step 280 ) , it continues to adjust vis-a-vis each primitive .

[0053]

調整を行うプリミティブの選択、調整の種類、及び調整の回数に関して、この反復プロセスをいろいろに規制することができる。

図 4 のブロック流れ図は、いずれかのプリミティブを再び調整する前に各プリミティブに対して位置、サイズ及び方位の調整を 1 回ずつ行うことを示している。

よって、ステップ 260 で最後のプリミティブを選択したか否かが判定する。

選択されていない場合は、次のプリミティブを選択し(ステップ 265)、評価及び調整のプロセスを反復する。

この様にする代わりに、第 2 のプリミティブの調整を行う前に、最良のスコアが得られるまで第 1 のプリミティブに対して位置、サイズ及び方位の調整を繰り返し行うこともできる。

もう一つの方法では、サイズ又は方位を調整する前に最良のスコアが得られるまでプリミティブの位置を調整する。

図 4 は、反復の順序についての好ましい例を示す。

物体を覆うことに関して全てのプリミティブのサイズ、位置及び方位は互いに関連し合っているため、全てのプリミティブの全ての要素を数個のステップの各々において 1 回ずつ少量だけ局所最善に向かって調整すれば、局所最善に収束しやすい。

#### 【0054】

図 6 は、CSG 表示の最良の適合度を発見するための本発明のシステムの動作を示すグラフである。

このグラフに示されているように、反復回数が大きくなるに従って、最良のスコアも平均スコアも著しく低下していく。

このことは、最良のツリーが物体の最小の CSG 表示に近づいていくだけではなく、ツリーの集団も全体として物体の適度の表示に近づき始めることを示す。

#### 【0055】

複数の物体について CSG 表示を作るプロセスは、単一の物体の場合と同じ手順を使用する。

しかし、CSG ツリーの単一の集団の代わりに、ツリーの複数の集団を、各物体について 1 集団ずつ使用する。

ステップ 110 で最初のツリーを作るとき(図 2)、各

this repetitive process can be regulated various types in regard to types, of selection and adjustment of primitive which adjusts and number of times of adjustment.

block flowchart of Figure 4 before adjusting primitive of any again, has shown fact that you adjust location, size and direction vis-a-vis each primitive at a time one time.

Depending, whether or not which selects last primitive with step 260 it decides.

When it is not selected, following primitive is selected and (step 265), the process of appraisal and adjustment is repeated.

Until instead of making this way, before adjusting second primitive, the score of optimum is acquired repeatedly it can also adjust position, size and direction vis-a-vis first primitive.

With method of another, before adjusting size or direction, until score of optimum is acquired, location of primitive is adjusted.

Figure 4 concerning order of repetition shows desirable example.

Because it is to be related size, location and direction of all primitive mutually in regard to covering object, all element of all primitive in each of step of several if you adjust at a time one time just trace facing toward topical best, as a result it is easy to make topical best.

#### 【0054】

Figure 6 is graph which shows operation of system of the this invention in order to discover fidelity of optimum of CSG indication.

As shown in this graph, repetitive number of times becomes large following, score and average score of optimum decrease considerably.

As for this, tree of optimum not being just gets near to the minimum CSG indication of object, fact that it starts getting near to moderate indication of object population of tree as the entirety is shown.

#### 【0055】

process which makes CSG indication concerning object of the plural uses same protocol as case of single object.

But, you use 1 population at a time in place of single population of CSG tree, the population of plural of tree, concerning each object.

When making initial tree with step 110, (Figure 2), each



集団は同一である。

各ツリーは、各集団の中に、同じプリミティブ、ブール演算子及び構造を伴う対応するツリーを有する。

ステップ 115 で、それらのツリーは最適化され評価される。

各ツリーは、図 4 に関して上記したプロセスを使って、その集団に関連する物体を最も良く表すように最適化される。

最適化後は、各集団の中の対応するツリーは、ツリーの中のプリミティブのサイズ、位置及び方位のみに関して異なっている。

対応するツリーの各々の集合に、いろいろな物体の表示に対するスコアの組み合わせである総スコアが与えられる。

【0056】

変形のステップ 120 において、各集団の中の対応するツリーの全てが同じく変形される。

同じプリミティブ及びブール演算子が付加され、変更され、又は削除される。

次に、変形されたツリーが再び各物体に関して別々に最適化され評価される(ステップ 125)。

ツリーが良くなったか否かが判定され(ステップ 130)、もし総スコアが良くなっていれば置き換えられる(ステップ 135)。

また、再播種時には、総スコアに基づいてツリーが分類され、置き換えられる。

この様にして、選ばれた CSG 表示は全ての物体を最良に表現する。

【0057】

図 7 及び図 8 は、本発明のプロセスにより 2 つの物体、即ち文字 A 及び H について作られた類似の CSG 表示を示す。

各 CSG 表示が、類似のプリミティブ 510-512、530-531 を伴う類似の構造を有する。

そのプリミティブは、サイズ、位置及び方位だけが異なる矩形である。

また、ブール演算子(結び)が各ノード 520-521、540-541 にある。

プリミティブのサイズ、位置及び方位の差をステップに分離して、各ステップで各プリミティブを調整することにより、容易にこれら 2 つの CSG 表示を操作して一方の物体を他方の物体に変化

population is same.

It possesses tree where each tree, in each population, accompaniessame primitive, Bool operator and structure and corresponds.

With step 115, those tree are done and are appraised optimization.

Each tree is done using process which was inscribed in regard to Figure 4, as displayed object which it is related to population well optimization.

After optimization, tree to which inside of each population corresponds differs in regard to only size, location and direction of the primitive in tree.

It can give to each gathering of tree which corresponds, theentire score which is a combination of score for indication ofvarious object.

[0056]

In step 120 of deformation, all of tree to which theinside of each population corresponds becomes deformed similarly.

Same primitive and Bool operator are added, are modified, or are deleted.

Next, tree which becomes deformed optimization it is done separatelyagain in regard to each object and is appraised (step 125).

Whether or not tree became good, it is decided and if (step 130), theentire score has become good, it is replaced, (step 135).

In addition, tree classification is done, at time of re-seeding on basis of entire score, is replaced.

this way, as for CSG indication which is chosen all object is expressed to optimum.

[0057]

Figure 7 and Figure 8 shows similar CSG indication which was made with the process of this invention concerning 2 object, namely character A and H.

Each CSG indication, has similar structure which accompaniesthesimilar primitive 510-512, 530-531.

As for primitive, just size, location and direction are different rectangular.

In addition, Bool operator (Knot) is each node 520-521, 540-541.

Separating size, location of primitive and difference of direction into the step, operating these 2 CSG indications easily by adjusting each primitive with each step, on one hand object it can change in the object of other.

させることができる。

類似のプリミティブを使って物体の特徴も容易に組み合わせることができる。

【0058】

本発明の実施形態について解説したが、上記記述は本発明を限定をするものではなく、単なる例示に過ぎないということは当業者にとっては明白である。

数々の変形や他の実施形態が当業者の想到範囲内にあって、それらは、従属請求項の範囲内にあると考えられる。

【0059】

#### 【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、物体の CSG 表示を容易に且つ自動的に得ることができ、また、複数の物体について類似する CSG 表示を容易に得ることができる方法、装置を提供することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を実施するためのハードウェアのブロック図である。

【図2】

ツリーを作るプロセスを示す図である。

【図3】

CSG ツリー構造を示す図である。

【図4】

局所最適化プロセスを示す図である。

【図5】

CSG 表示による物体の被覆範囲を示す図である。

【図6】

本発明の実施の形態により得られる表示の改善を示す図である。

【図7】

2つの物体についての類似する CSG ツリー構造を示す図である。

【図8】

2つの物体についての類似する CSG ツリー構造を示す図である。

hand object it can change in the object of other .

Using similar primitive , it is possible thing combining also thefeature of object with easy.

[0058]

You explained concerning embodiment of this invention , but above-mentioneddescription this invention is not something which limits, to be no morethan a mere illustration, it is clear for person skilled in the art .

many deformation and other embodiment being inside thinking range of person skilled in the art , those, are thought that it is inside range of subordination Claim .

[0059]

#### [Effects of the Invention ]

As explained above, according to this invention , and in automatic be ableto acquire CSG indication of object easily, in addition, themethod where it can acquire CSG indication which resemblesconcerning object of plural easily. It possesses effect that it can offer device .

#### [Brief Explanation of the Drawing (s )]

[Figure 1 ]

It is a block diagram of hardware in order to execute this invention .

[Figure 2 ]

It is a figure which shows process which makes tree .

[Figure 3 ]

It is a figure which shows CSGtree structure .

[Figure 4 ]

It is a figure which shows topical optimization process .

[Figure 5 ]

It is a figure which shows sheath range of object in CSG indication.

[Figure 6 ]

It is a figure which shows improvement of indication which isacquired by embodiment of this invention .

[Figure 7 ]

Concerning 2 object it is a figure which shows CSGtree structure whichresembles.

[Figure 8 ]

Concerning 2 object it is a figure which shows CSGtree structure whichresembles.

## 【符号の説明】

## [Explanation of Symbols in Drawings]

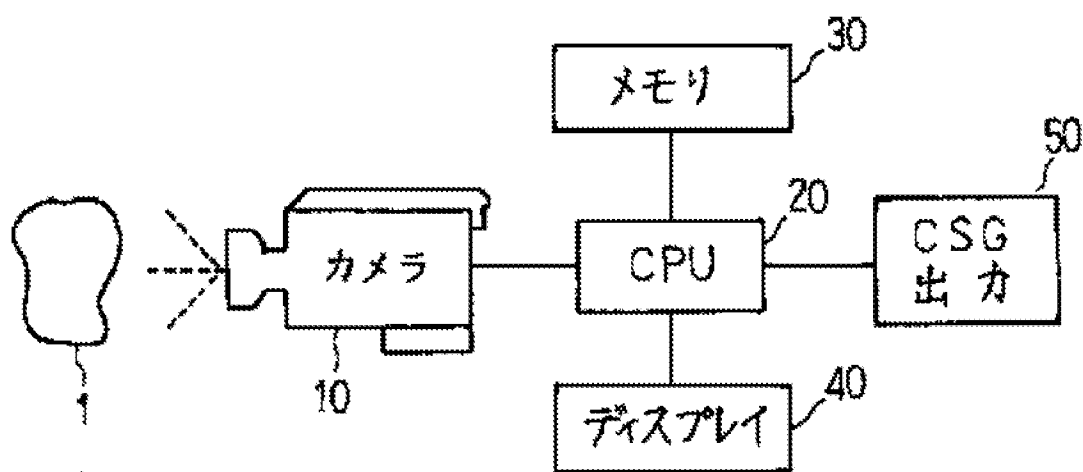
10	10
カメラ	camera
180	180
葉	leaf
181	181
葉	leaf
182	182
葉	leaf
183	183
葉	leaf
184	184
葉	leaf
191	191
結び(ブール結合子)	Knot (Bool connector )
192	192
結び(ブール結合子)	Knot (Bool connector )
193	193
交わり(ブール結合子)	Acquaintance (Bool connector )
195	195
差(ブール結合子)	Difference (Bool connector )
20	20
CPU	CPU
30	30
メモリ	memory
40	40
ディスプレイ	display
410	410
物体	object
420	420
CSG 表示	CSG indication
431	431
むきだしの領域	Bare region
432	432
むきだしの領域	Bare region

441	441
余分の領域	region of excess
442	442
余分の領域	region of excess
510	510
類似のプリミティブ	Similar primitive
511	511
類似のプリミティブ	Similar primitive
512	512
類似のプリミティブ	Similar primitive
520	520
ブール演算子	Bool operator
521	521
ブール演算子	Bool operator
530	530
類似のプリミティブ	Similar primitive
531	531
類似のプリミティブ	Similar primitive
540	540
ブール演算子	Bool operator
541	541
ブール演算子	Bool operator

**Drawings**

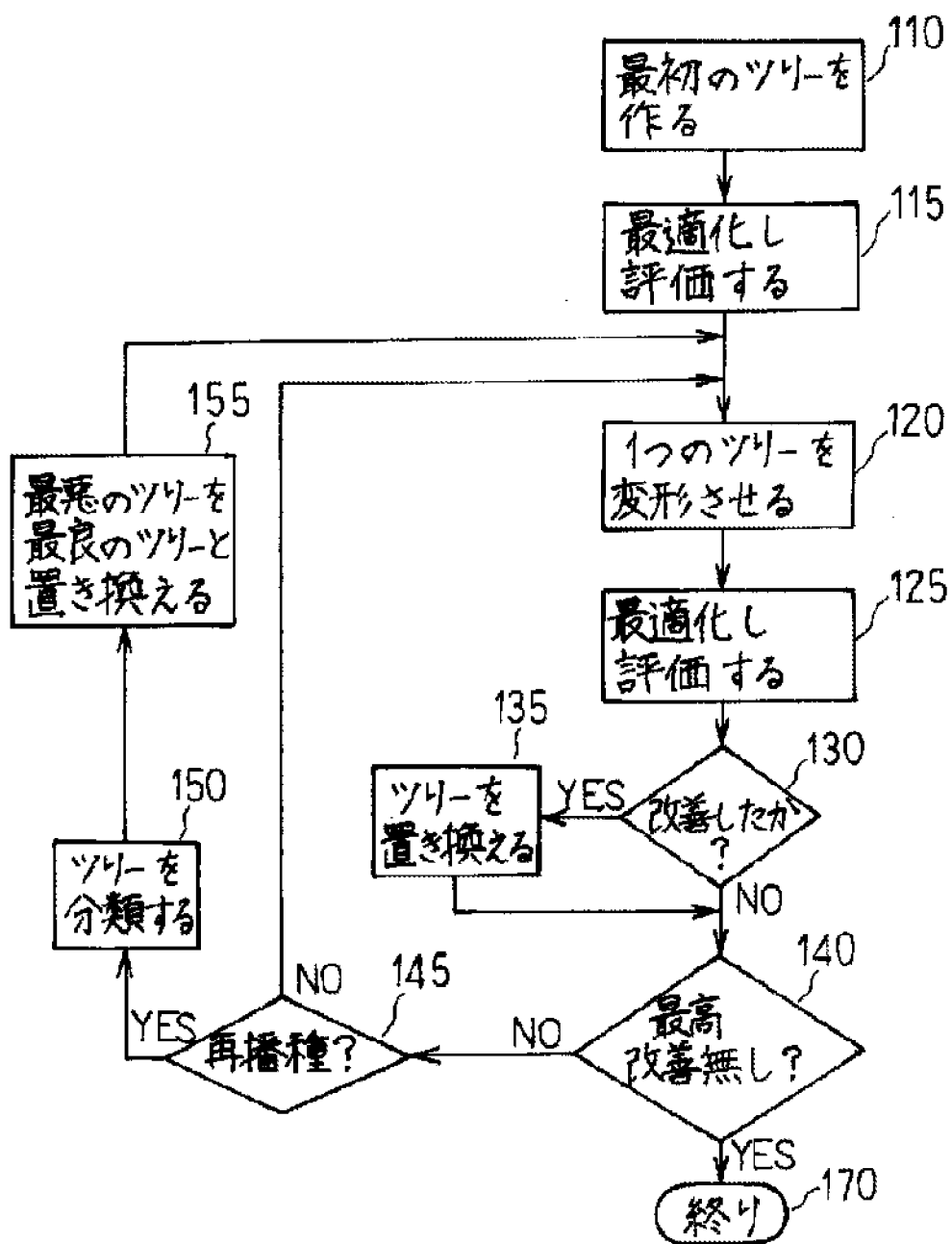
【図1】

[Figure 1 ]



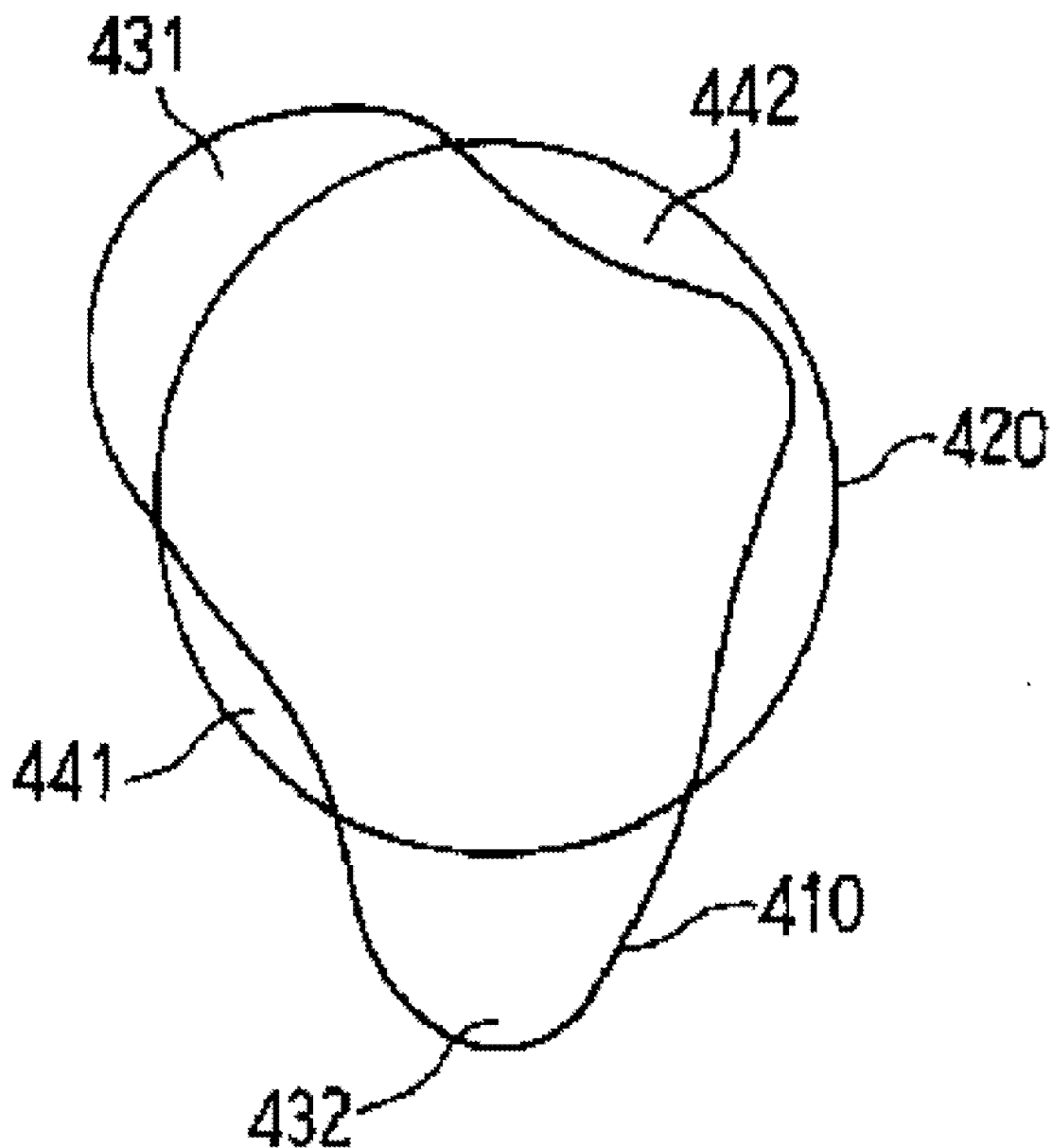
【図2】

[Figure 2]



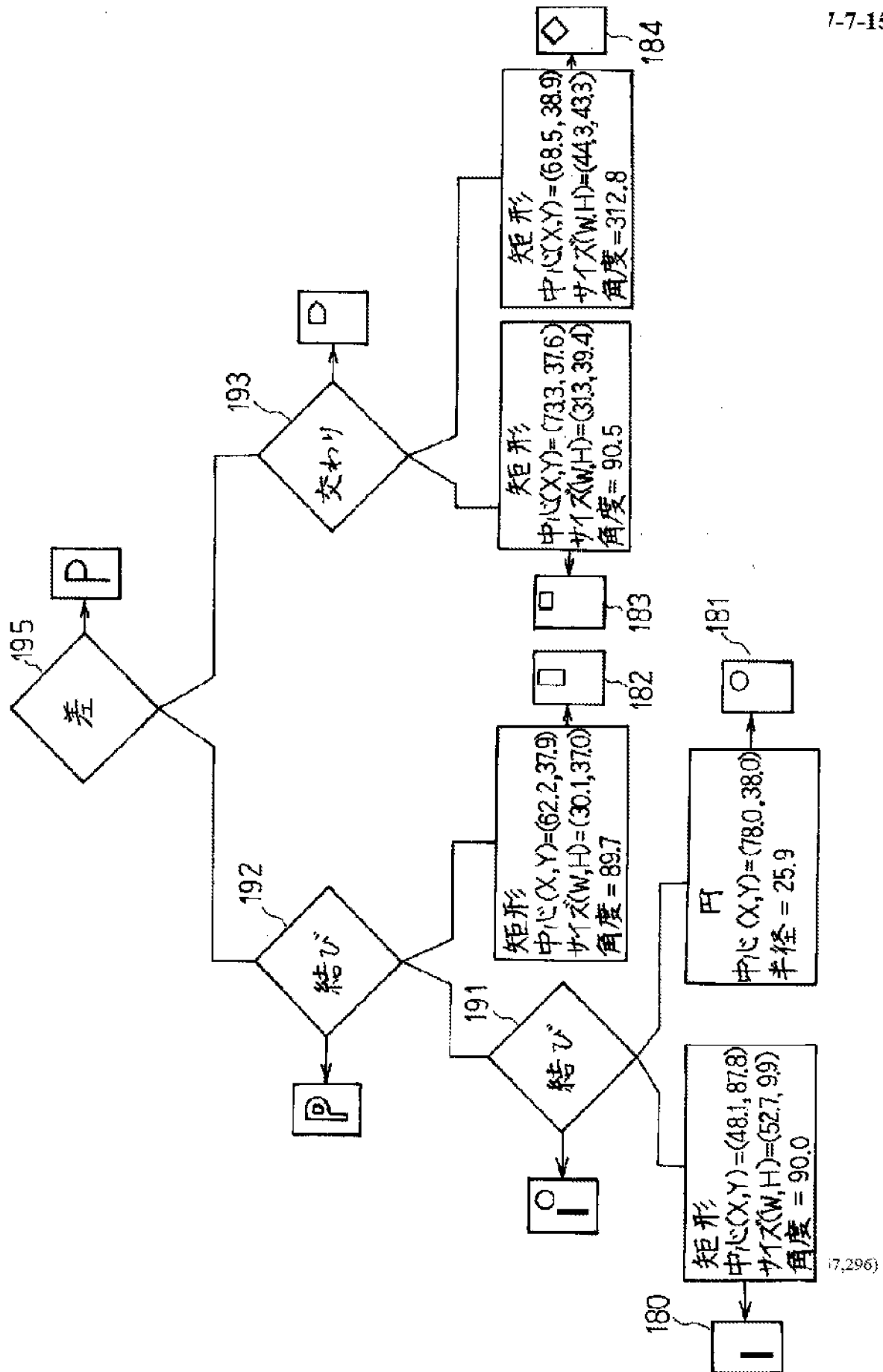
【図5】

[Figure 5]



【図3】

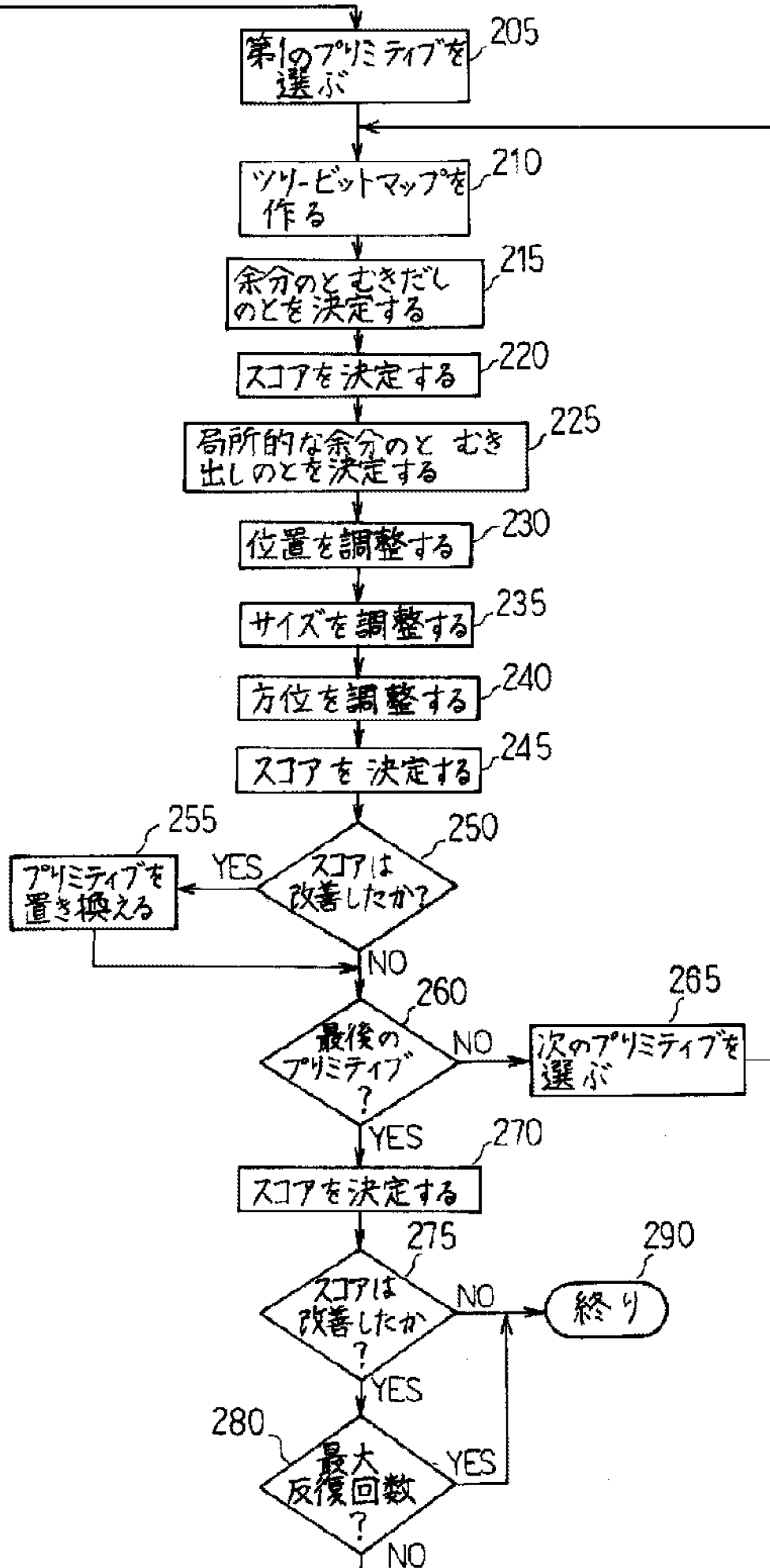
[Figure 3 ]





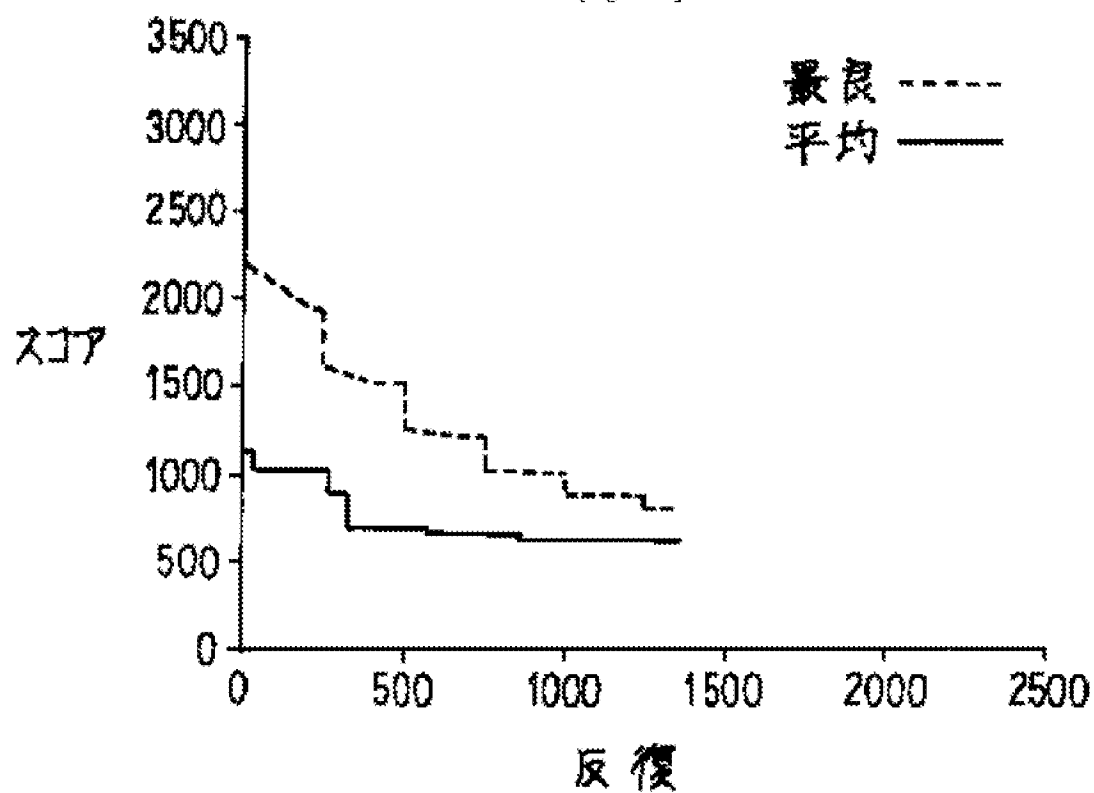
【図4】

[Figure 4]



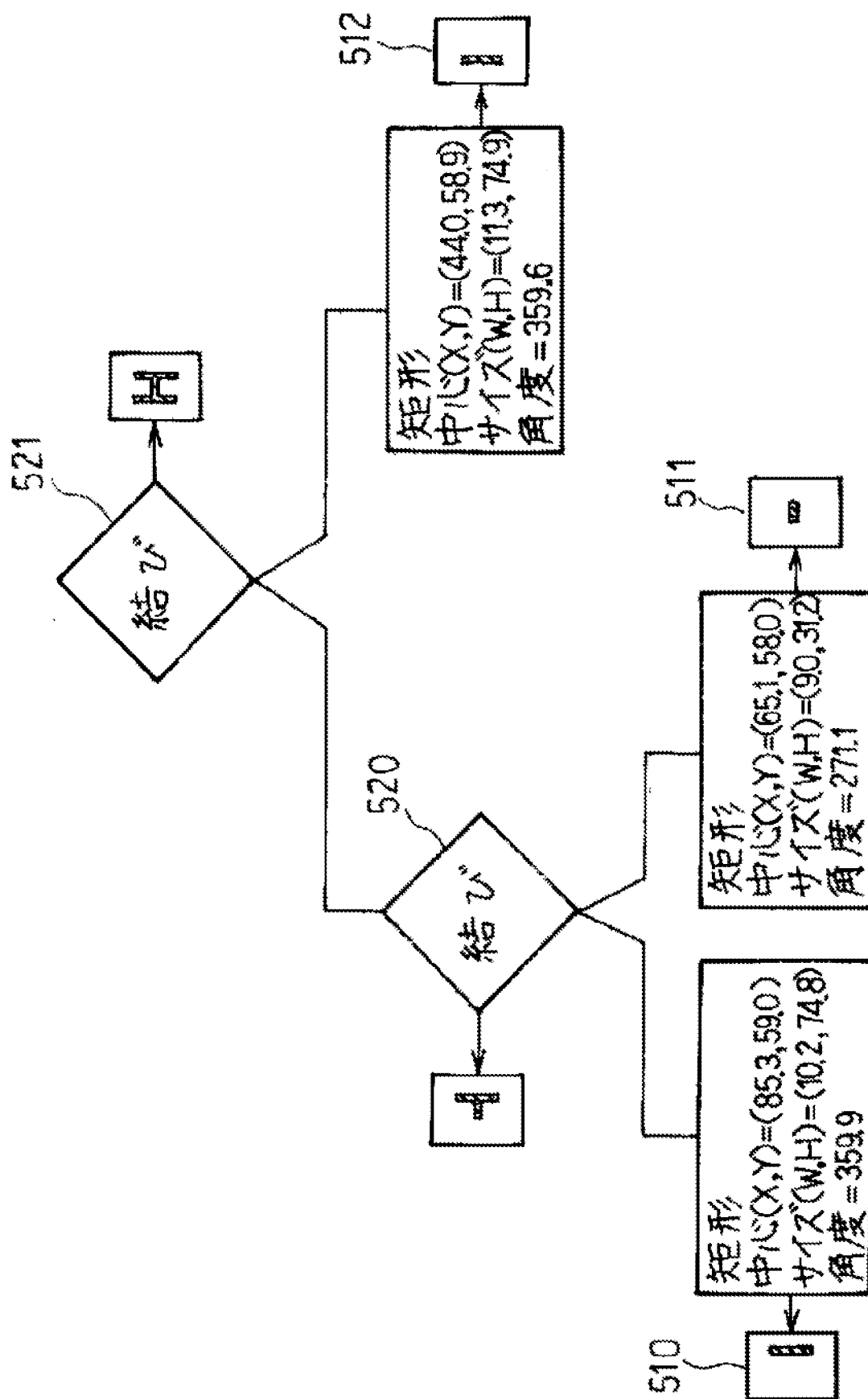
【図6】

[Figure 6]



【図7】

[Figure 7]



【図8】

[Figure 8]

